

RECEIVED

18 MAR 2004

PCT/JP 2004/000954

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

30.1.2004

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日
Date of Application: 2003年 2月19日

出願番号
Application Number: 特願2003-041147
[ST. 10/C]: [JP 2003-041147]

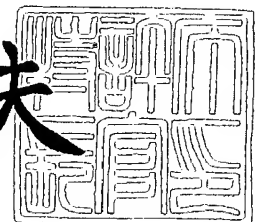
出願人
Applicant(s): 日産自動車株式会社

PRIORITY DOCUMENT
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH
RULE 17.1(a) OR (b)

2004年 3月 5日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



出証番号 出証特2004-3016922

【書類名】 特許願

【整理番号】 NM02-01508

【提出日】 平成15年 2月19日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H01M 8/04

【発明者】

 【住所又は居所】 神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地 日産自動車株式会社
社内

 【氏名】 的場 雅司

【特許出願人】

 【識別番号】 000003997

 【氏名又は名称】 日産自動車株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100083806

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 三好 秀和

 【電話番号】 03-3504-3075

【選任した代理人】

 【識別番号】 100068342

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 三好 保男

【選任した代理人】

 【識別番号】 100100712

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 岩▲崎▼ 幸邦

【選任した代理人】

 【識別番号】 100087365

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 栗原 彰

【選任した代理人】

【識別番号】 100100929

【弁理士】

【氏名又は名称】 川又 澄雄

【選任した代理人】

【識別番号】 100095500

【弁理士】

【氏名又は名称】 伊藤 正和

【選任した代理人】

【識別番号】 100101247

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 俊一

【選任した代理人】

【識別番号】 100098327

【弁理士】

【氏名又は名称】 高松 俊雄

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 001982

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9707400

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 燃料電池システム

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 燃料ガスと酸化剤ガスとの電気化学反応により発電を行う燃料電池スタックと、

前記燃料ガスまたは前記燃料電池スタックのアノードから排出されるアノードオフガスと、前記酸化剤ガスまたは前記燃料電池スタックのカソードから排出されるカソードオフガスとの混合ガスを燃焼させる触媒燃焼器とを備えた燃料電池システムにおいて、

少なくとも混合ガス供給開始から前記触媒燃焼器が十分活性化したと判断されるまでの着火期間の間は、前記混合ガス中の燃料ガス濃度が所定範囲となるように制御し、

且つ前記着火期間が経過した後は、前記燃料ガス濃度が所定範囲外であっても混合ガスを供給するように制御する制御手段を備えたことを特徴とする燃料電池システム。

【請求項 2】 前記制御手段は、前記着火期間における混合ガス中の燃料ガスの平均濃度が所定範囲となるように制御することを特徴とする請求項 1 記載の燃料電池システム。

【請求項 3】 前記制御手段は、前記着火期間において断続的に燃料ガスを供給するように制御することを特徴とする請求項 2 記載の燃料電池システム。

【請求項 4】 前記制御手段は、前記着火期間において断続的に空気増加を行うように制御することを特徴とする請求項 2 記載の燃料電池システム。

【請求項 5】 前記制御手段は、前記着火期間において過渡増加的に燃料ガスを供給するように制御することを特徴とする請求項 2 記載の燃料電池システム。

【請求項 6】 前記制御手段は、前記着火期間において過渡減少的に空気増加量を調整するように制御することを特徴とする請求項 2 記載の燃料電池システム。

【請求項 7】 前記制御手段は、前記着火期間における混合ガス中の燃料ガ

スの最大濃度が所定範囲となるように制御することを特徴とする請求項 2 乃至請求項 6 の何れか 1 項に記載の燃料電池システム。

【請求項 8】 前記所定範囲は、混合ガスの燃焼温度が触媒燃焼器の活性温度となる濃度以上としたことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 7 の何れか 1 項に記載の燃料電池システム。

【請求項 9】 前記所定範囲は、燃料ガスの可燃限界となる濃度以下としたことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 7 の何れか 1 項に記載の燃料電池システム。

【請求項 1 0】 前記所定範囲は、混合ガスの燃焼温度が触媒燃焼器の活性温度となる濃度以上かつ燃料ガスの可燃限界となる濃度以下としたことを特徴とする請求項 1 乃至請求項 7 の何れか 1 項に記載の燃料電池システム。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、燃料電池システムに係り、特にアノードオフガスの燃焼特性を改善した燃料電池システムに関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

燃料電池は、水素ガスなどの燃料ガスと酸素を有する酸化ガスとを電解質を介して電気化学的に反応させ、電解質両面に設けた電極間から電気エネルギーを直接取り出すものである。特に固体高分子電解質を用いた固体高分子型燃料電池は、動作温度が低く、取り扱いが容易なことから電動車両用の電源として注目されている。すなわち、燃料電池車両は、高圧水素タンク、液体水素タンク、水素吸蔵合金タンクなどの水素貯蔵装置を車両に搭載し、そこから供給される水素と、酸素を含む空気とを燃料電池に送り込んで反応させ、燃料電池から取り出した電気エネルギーで駆動輪につながるモータを駆動するものであり、排出物質は水だけであるという究極のクリーン車両である。

【0 0 0 3】

固体高分子型燃料電池において、酸化剤ガスとして空気を用いる場合、カソー

ドから電解質膜をリークしてアノードに達した窒素は、アノード系に残留し、水素分圧を下げて、燃料電池の効率を低下させる。このため、ある程度の窒素が溜まると、アノード出口に設けたパージバルブから窒素を含んだ燃料ガスを放出する必要がある。この動作はアノードパージと呼ばれることがある。このときアノードから放出されるガスは、アノードオフガスと呼ばれ、水素を含む可燃性ガスである。可燃性ガスを直接放出することは好ましくないので、触媒燃焼器でアノードオフガスを燃焼させてから、窒素と水蒸気との混合ガスとして、システム外部へ放出される。

【0004】

このアノードオフガスの燃焼技術としては、例えば特許文献1に記載の技術が知られている。この技術によれば、燃料電池のカソードオフガスの一部とアノードオフガスとを混合する混合器と、燃料ラインの原料ガスの流量に応じて排ガス供給ラインの燃焼排ガスの流量を、混合器におけるアノードオフガスとカソードオフガスの混合比が爆発限界外となるようあらかじめ定められた関係に基づいて調整する調整装置を備えた構成としている。

【0005】

【特許文献1】

特開平7-78626号公報（第3頁、図1）

【0006】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記従来技術に於いては、アノードオフガスとカソードオフガスを爆発限界外の混合比で燃焼させるという構成になっているため、爆発希薄限界以下で燃焼させる場合はガス流量が大きくなることに伴い燃料ガスを処理するために必要な触媒量が多くなり触媒燃焼器のサイズが過度に大きくなる、あるいは燃焼温度が比較的低下するため熱エネルギーの回収効率が低下するという問題点があった。

【0007】

また過濃限界以上の場合は可燃ガスをシステム外に排出することになり安全信頼性が低下するという問題点があった。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記問題点を解決するため、燃料ガスと酸化剤ガスとの電気化学反応により発電を行う燃料電池スタックと、前記燃料ガスまたは前記燃料電池スタックのアノードから排出されるアノードオフガスと、前記酸化剤ガスまたは前記燃料電池スタックのカソードから排出されるカソードオフガスとの混合ガスを燃焼させる触媒燃焼器とを備えた燃料電池システムにおいて、少なくとも混合ガス供給開始から前記触媒燃焼器が十分活性化したと判断されるまでの着火期間の間は、前記混合ガス中の燃料ガス濃度が所定範囲となるように制御し、且つ前記着火期間が経過した後は、前記燃料ガス濃度が所定範囲外であっても混合ガスを供給するように制御する制御手段を備えたことを要旨とする。

【0009】

【発明の効果】

本発明によれば、少なくとも混合ガス供給開始から触媒燃焼器が十分活性化したと判断されるまでの着火期間の間は、混合ガス中の燃料ガス濃度が所定範囲となるように制御し、且つ触媒燃焼器が十分活性化したと判断された後では前記所定範囲外の燃料ガス濃度である混合ガスでも供給可能なように制御することにより、触媒燃焼器の状態に応じて適切な条件で運転することができるため、触媒燃焼器の大型化を回避しながら、熱エネルギーの回収効率を高めることができるという効果がある。

【0010】

また、可燃ガスをシステム外に排出することがなくなり、安全信頼性が向上するという効果がある。

【0011】

【発明の実施の形態】

〔第1実施形態〕

次に、図1乃至図3を参照して、本発明に係る燃料電池システムの第1実施形態を詳細に説明する。図1は、第1実施形態の燃料電池システムの構成図である。図1において、水素供給装置1は、アノードガス供給配管11を介して燃料ガ

スとしての水素をアノード4に供給する。また空気供給装置2は、カソードガス供給配管14を介して酸化剤ガスとしての空気をカソード5に供給する。燃料電池スタック3は、これら水素及び空気を電気化学反応させて発電する。

【0012】

その際アノード4からは消費されずに残ったアノードオフガスが、またカソード5からは一部の酸素が消費され且つ発電により生成した水分を含んだカソードオフガスがそれぞれ排出される。

【0013】

通常作動時ではアノードオフガスは、アノードオフガス循環装置6によりアノードオフガス循環配管12を介してアノードガス供給配管11に全量循環されて再度アノード4へと供給され、カソードオフガスは燃料電池スタック3に供給される水素および空気を加湿する加湿装置10を経由して触媒燃焼器7へ供給された後に外部に排気される。

【0014】

触媒燃焼器7は、供給される水素あるいはアノードオフガスと、空気あるいはカソードオフガスとを混合して均一な混合ガスを形成するミキサ23と、燃焼触媒を担持して混合ガスを燃焼させる燃焼室24とで構成され、燃焼ガスは冷媒用熱交換器8を経由してシステム外に排気される。

【0015】

燃料電池スタック3の運転温度を発電に最適な温度に維持するために、燃料電池スタック3の内部には、図示しない冷媒通路が設けられている。通常運転時には、冷媒は、燃料電池スタック3の冷媒通路出口から、冷媒通路調整弁22、冷媒冷却装置9、冷媒ポンプ21、ドレインタンク25内の冷媒通路を経て、燃料電池スタック3の冷媒通路入口、燃料電池スタック3内部の冷媒通路、同冷媒通路出口へと循環する。そして、燃料電池スタック3で発生した反応熱は、冷媒冷却装置9から外部へ放熱されることにより、燃料電池スタック3の温度が規定の温度に維持される。

【0016】

尚、燃料電池システムの起動時には、冷媒の温度が低いため、触媒燃焼器7へ

水素と空気とを供給し、その燃焼熱で冷媒用熱交換器 8 を通る冷媒を加熱することにより、冷媒温度を上昇させている。

【0017】

燃料電池システムを制御するシステムコントローラ（制御手段）34 には、触媒燃焼器 7 の温度を検出する温度検出器 32、燃料電池スタック 3 の電圧を検出する電圧検出器 33、アノード出口におけるアノードオフガスの圧力を検出する圧力検出器 26、同温度を検出する温度検出器 27、が接続されている。

【0018】

システムコントローラ 34 は、これら検出器類の検出信号を受信して、触媒燃焼器の活性化状態を判断すると共に、水素供給装置 1、空気供給装置 2、アノードオフガス排出弁 35、及びカソードオフガス排出弁 36 を制御して、触媒燃焼器 7 における水素又はアノードオフガスと、空気又はカソードオフガスとの混合ガスの濃度を制御するものである。

【0019】

図 2 は、第 1 実施形態におけるシステムコントローラの混合ガス濃度制御を説明するタイムチャートであり、（a）触媒燃焼器へ供給する供給水素濃度、（b）触媒燃焼器温度、（c）触媒燃焼器から排出される排気水素濃度をそれぞれ示す。

【0020】

まず触媒燃焼器温度が触媒活性温度より十分低いときに、触媒活性化下限以上可燃希薄限界未満の供給水素濃度で触媒燃焼器へ水素又はアノードオフガスと、空気又はカソードオフガスとの混合ガスの供給を開始する（t1）。

【0021】

この触媒活性化下限以上可燃希薄限界未満の水素濃度の混合ガスの供給が開始されたとき、触媒燃焼器は殆ど活性を有していないため、最初は、供給された水素濃度に近い排気が排出される。しかしながら t1 から t2 までの着火期間において触媒活性化が進み、転換効率が向上するので、排気水素濃度が低下すると共に、触媒燃焼器温度が上昇する。

【0022】

そして、触媒燃焼器温度が触媒活性温度に達した (t 2) 後には、供給水素濃度を可燃希薄限界以上とする。これにより、供給水素濃度は上昇するが、触媒燃焼器温度は、触媒活性温度に達しているので、混合ガス中の水素は充分転換され、排気水素濃度はほぼ 0 で可燃希薄限界より極めて低い状態に維持される。

【0023】

次に、図 3 の制御フローチャートを参照して、本実施形態におけるシステムコントローラによる制御を説明する。

【0024】

まず、ステップ S 10 でシステムコントローラ 34 は、燃料電池スタック 3 の状態が所定の状態となったか否かを判定する。ここでは、燃料電池スタックの出力電圧を検出する電圧検出器 33 の検出電圧値が所定電圧値以下になったか否かを判定する。検出電圧値が所定電圧値を超えていれば、ステップ S 10 へ戻る。

【0025】

検出電圧値が所定電圧値以下になった場合には、パージが必要としてステップ S 12 へ進み、システムコントローラ 34 が排出信号を発信する。この排出信号に基づいて、アノードオフガス循環装置 6 から所定流量のアノードオフガスが触媒燃焼器 7 に排出されると同時に、水素供給装置 1 から供給する水素の流量が水素供給圧力を一定に保ちつつアノードオフガス流量と略同量だけ増量される。この際、アノードオフガス排出弁 35 は構成を簡素化するため遮断弁としてある。

【0026】

次いで、ステップ S 14 で、圧力検出器 26 および温度検出器 27 で検出されるアノードオフガスの圧力および温度に基づいて、排出されるアノードオフガスの流量を推定する。

【0027】

ステップ S 16 で、アノードオフガス推定流量値に基づいて、触媒燃焼器 7 に供給される混合ガス中の水素濃度を触媒燃焼器 7 の活性温度以上の燃焼温度となる濃度以上、且つ水素の可燃希薄限界未満の濃度 (4 % 未満: ここでは例えば 3 %) とするために必要な空気増加量を算出する。

【0028】

ステップ S 18 で、算出した空気増加量に基づいてシステムコントローラにより空気供給装置 2 を制御して燃料電池スタック 3 への空気供給量を増加した後に、アノードオフガス排出弁 35 からアノードオフガスを排出する。

【0029】

ここで、アノードオフガス排出開始から触媒燃焼器 7 が十分活性化したと判断されるまでの着火期間（図 2 の t_1 から t_2 まで）においては、触媒燃焼器 7 の温度が比較的低いために転換効率が十分でなく、アノードオフガス中の一部の水素が未燃のまま排気される可能性があるが、その際未燃水素は可燃限界未満の濃度であるため、システム内外において着火することがなく、よってシステムの安全性を低下させることはない。

【0030】

次いで、ステップ S 20 で、温度検出器 32 で検出された触媒燃焼器 7 の温度が活性温度以上か否かを判断する。触媒燃焼器の温度が活性温度未満であれば、S 20 で待機する。

【0031】

触媒燃焼器 7 の温度が活性温度以上と判断された時点では、触媒燃焼器 7 の活性は十分得られており未燃水素を排出する可能性は極めて小さいため、ステップ S 22 へ進み、空気増加を終了しつつアノードオフガスの排出を継続して行う。

【0032】

次いでステップ S 24 で、燃料電池スタックの出力電圧を検出する電圧検出器 33 の検出電圧値が所定電圧値以上になるまで待機する。検出電圧値が所定電圧値以上になると、ステップ S 26 へ進み、アノードオフガス排出弁 35、カソードオフガス排出弁 36 を共に閉じて、アノードオフガス排出およびカソードオフガス排出を停止して、所定の運転条件に戻る。

【0033】

以上説明したように第 1 実施形態によれば、少なくとも混合ガス供給開始から前記触媒燃焼器が十分活性化したと判断されるまでの着火期間の間は、前記混合ガス中の燃料ガス濃度が所定範囲となるように制御し、且つ触媒燃焼器が十分活性化したと判断された後では前記燃料ガス濃度範囲外の混合ガスでも供給可能な

ように制御することにより、触媒燃焼器の状態に応じて適切な条件で運転することができる。

【0034】

また、着火期間における燃料ガス濃度範囲は、混合ガスの燃焼温度が触媒燃焼器の活性温度となる濃度以上とすることにより、早期に触媒を活性させ、未燃燃料ガスの排出を抑制することができる。

【0035】

さらに、着火期間における燃料ガス濃度範囲は、燃料ガスの可燃限界となる濃度以下とすることにより、触媒燃焼器での燃焼が十分でなく未燃燃料ガスを排出する場合でも、排気ガスを着火することなく安全にシステム外に排出することができる。

【0036】

なお低温時等の触媒燃焼器 7 が活性化しにくい条件においては、電気ヒータなどの補助加熱手段を用いて着火を行う場合においても、本制御は適用可能である。

【0037】

〔第 2 実施形態〕

次に、図 4 及び図 5 を参照して、本発明に係る燃料電池システムの第 2 実施形態を詳細に説明する。第 2 実施形態のシステム構成は、図 1 に示した第 1 実施形態と同様である。

【0038】

第 1 実施形態との違いは、着火期間において空気増加は行わずにアノードオフガスを着火期間より短い所定間隔で断続的に供給するようにシステムコントローラ（制御手段）34 が制御することである。

【0039】

図 4 は、第 2 実施形態におけるシステムコントローラの混合ガス濃度制御を説明するタイムチャートであり、（a）触媒燃焼器へ供給する供給水素濃度、（b）触媒燃焼器温度、（c）触媒燃焼器から排出される排気水素濃度をそれぞれ示す。

【0040】

まず触媒燃焼器温度が触媒活性温度より十分低いときに、触媒燃焼器へ水素又はアノードオフガスの断続的な供給と、空気又はカソードオフガスの連続的な供給を開始する（ t_1 ）。このとき断続的に供給される水素又はアノードオフガスと、連続的に供給される空気又はカソードオフガスとの混合ガスの平均水素濃度は、触媒活性化下限より高く、可燃希薄限界より低いものとする。

【0041】

この平均水素濃度の混合ガスの供給が開始されたとき、触媒燃焼器は殆ど活性を有していないため、最初は、供給された水素濃度に近い排気が排出される。しかしながら t_1 から t_2 までの着火期間において触媒活性化が進み、転換効率が向上するので、断続的に排気水素濃度が低下すると共に、触媒燃焼器温度が丸みを有する上凸状の段階を経て上昇する。

【0042】

そして、触媒燃焼器温度が触媒活性温度に達した（ t_2 ）後には、供給水素濃度を可燃希薄限界以上とする。これにより、供給水素濃度は上昇するが、触媒燃焼器温度は、触媒活性温度に達しているので、混合ガス中の水素は充分転換され、排気水素濃度はほぼ 0 で可燃希薄限界より極めて低い状態に維持される。

【0043】

これにより、着火期間中の平均水素濃度を、触媒燃焼器 7 の活性温度以上の燃焼温度となる濃度以上、且つ水素の可燃希薄限界未満の濃度（4%未満：ここでは例えば 3%）とすることができる。

【0044】

このため、アノードオフガス排出弁 35 を開閉弁として簡素な構成としつつ、アノードオフガス排出弁 35 と触媒燃焼器 7 までの距離が短いことにより応答性よく混合ガス中の水素濃度を調整することができる。また空気増量を伴わないので、空気供給装置 2 のコンプレッサ等の負担を抑制でき、消費電力の増加も抑制することができる。

【0045】

次に、図 5 の制御フローチャートを参照して、本実施形態におけるシステムコ

ントローラによる制御を説明する。

【0046】

まず、ステップS30でシステムコントローラ34は、燃料電池スタック3の状態が所定の状態となったか否かを判定する。ここでは、燃料電池スタックの出力電圧を検出する電圧検出器33の検出電圧値が所定電圧値以下になったか否かを判定する。検出電圧値が所定電圧値を超えていれば、ステップS30へ戻る。

【0047】

検出電圧値が所定電圧値以下になった場合には、パージが必要としてステップS32へ進み、システムコントローラ34が排出信号を発信する。この排出信号に基づいて、アノードオフガス循環装置6から所定流量のアノードオフガスが触媒燃焼器7に排出されると同時に、水素供給装置1から供給する水素の流量が水素供給圧力を一定に保ちつつアノードオフガス流量と略同量だけ増量される。この際、アノードオフガス排出弁35は構成を簡素化するため遮断弁としてある。

【0048】

次いで、ステップS34で、圧力検出器26および温度検出器27で検出されるアノードオフガスの圧力および温度に基づいて、排出されるアノードオフガスの流量を推定する。

【0049】

ステップS36で、アノードオフガス推定流量値に基づいて、触媒燃焼器7に供給される混合ガス中の水素濃度を触媒燃焼器7の活性温度以上の燃焼温度となる濃度以上、且つ水素の可燃希薄限界未満の平均濃度（4%未満：ここでは例えば3%）とするために必要なアノードオフガス断続排出条件を算出する。

【0050】

ステップS38で、算出したアノードオフガス断続排出条件に基づいてシステムコントローラにより、アノードオフガス排出弁35を断続的に開閉してアノードオフガスを断続的に排出する。このときカソードオフガス排出量は、排出信号出力前の状態を維持するので、カソードオフガス排出量は変化せず、空気供給装置2の電力消費も増加することはない。

【0051】

ここで、アノードオフガス排出開始から触媒燃焼器 7 が十分活性化したと判断されるまでの着火期間（図 4 の t_1 から t_2 まで）においては、触媒燃焼器 7 の温度が比較的低いために転換効率が十分でなく、アノードオフガス中の一部の水素が未燃のまま排気される可能性があるが、その際未燃水素は可燃限界を極めて短時間しか超えない濃度であるため、システム内外において着火することがなく、よってシステムの安全性を低下させることはない。

【0052】

次いで、ステップ S 40 で、温度検出器 32 で検出された触媒燃焼器 7 の温度が活性温度以上か否かを判断する。触媒燃焼器の温度が活性温度未満であれば、S 40 で待機する。

【0053】

触媒燃焼器 7 の温度が活性温度以上と判断された時点では、触媒燃焼器 7 の活性は十分得られており未燃水素を排出する可能性は極めて小さいため、ステップ S 42 へ進み、アノードオフガスの連続排出を開始する。

【0054】

次いでステップ S 44 で、燃料電池スタックの出力電圧を検出する電圧検出器 33 の検出電圧値が所定電圧値以上になるまで待機する。検出電圧値が所定電圧値以上になると、ステップ S 46 へ進み、アノードオフガス排出弁 35、カソードオフガス排出弁 36 を共に閉じて、アノードオフガス排出およびカソードオフガス排出を停止して、所定の運転条件に戻る。

【0055】

以上説明したように第 2 実施形態によれば、着火期間における混合ガス中の燃料ガスの平均濃度が所定範囲となるように制御することにより、着火期間の間に排出される排気ガスの総量に対する未燃燃料ガスの総量の割合を所定範囲内とすることができ、停滞空間に排気された場合でも安全を確保することができる。

【0056】

また、燃料ガスを断続的に供給するように制御することにより、所定範囲よりも大きい燃料ガス濃度の混合ガスをパルス状に供給することにより高濃度時の発熱量が大きくなるために触媒燃焼器の昇温特性が向上し、且つ排気ガス中の未燃

水素濃度も着火期間中において平均的には可燃限界以下とするために、安全に触媒燃焼器の暖機および排気ガスの排出を行うことができる。

【0057】

なお、これとは逆にアノードオフガスは所定流量のままとし、且つ空気増加を断続的に行うことにより、着火期間中の平均水素濃度を触媒燃焼器 7 の活性温度以上の燃焼温度となる濃度以上、且つ水素の可燃希薄限界未満の濃度としてもよい。

【0058】

この場合、発熱量を多くできるので触媒燃焼器 7 の活性化を比較的早急に行うことができる。

【0059】

また、着火期間における混合ガス中の燃料ガスの最大濃度が所定範囲となるように制御してもよい。この場合、未燃燃料ガスが排出する可能性がある着火期間において常に排気ガスを着火することなく安全にシステム外に排出することができる。

【0060】

〔第3実施形態〕

次に、図 6 及び図 7 を参照して、本発明に係る燃料電池システムの第 3 実施形態を詳細に説明する。第 3 実施形態のシステム構成は、図 1 に示した第 1 実施形態と同様である。

【0061】

第 1 実施形態との違いは、着火期間において予め取得する濃度増加パターンに基づき混合ガス中の水素濃度を可燃希薄限界以下の濃度から可燃希薄限界以上の濃度へと過渡的に変化させるようにアノードオフガス流量を増加し、且つ着火期間中の平均水素濃度を、触媒燃焼器 7 の活性温度以上の燃焼温度となる濃度以上、且つ水素の可燃希薄限界未満の濃度（4 % 未満：ここでは例えば 3 %）とする点である。

【0062】

構成としてはアノードオフガス排出弁 35 を流量調整弁としてあり、触媒燃焼

器 7 の温度上昇に伴ってアノードオフガス流量も増加させるため、温度が低く低活性な状態では供給アノードオフガス流量も少ないために未燃水素排出流量も少なく、温度が上昇するに伴いアノードオフガス流量も多くなるように制御するため、システムの安全信頼性が低下することを抑制できる。

【0063】

ただしこの際、触媒が劣化した場合など、所定パターン設定時間が経過しても触媒燃焼器 7 の温度が上昇しない場合は、増加パターン終了後は第 1 実施形態同様の制御を行うことにより触媒燃焼器 7 の活性を得ることができる。

【0064】

図 6 は、第 3 実施形態におけるシステムコントローラの混合ガス濃度制御を説明するタイムチャートであり、(a) 触媒燃焼器へ供給する供給水素濃度、(b) 触媒燃焼器温度、(c) 触媒燃焼器から排出される排気水素濃度をそれぞれ示す。

【0065】

まず触媒燃焼器温度が触媒活性温度より十分低いときに、触媒活性化下限以上可燃希薄限界未満の供給水素濃度で触媒燃焼器へ水素又はアノードオフガスと、空気又はカソードオフガスとの混合ガスの供給を開始する (t_1)。次いで、選択したパターンに従って、供給水素濃度を増加させる。

【0066】

この触媒活性化下限以上可燃希薄限界未満の水素濃度の混合ガスの供給が開始されたとき、触媒燃焼器は殆ど活性を有していないため、最初は、供給された水素濃度に近い排気が排出される。しかしながら t_1 から t_2 までの着火期間において触媒活性化が進み、転換効率が向上するので、排気水素濃度が低下すると共に、触媒燃焼器温度が上昇する。

【0067】

そして、触媒燃焼器温度が触媒活性温度に達した (t_2) 後には、供給水素濃度を可燃希薄限界以上とする。これにより、供給水素濃度は上昇するが、触媒燃焼器温度は、触媒活性温度に達しているので、混合ガス中の水素は充分転換され、排気水素濃度はほぼ 0 で可燃希薄限界より極めて低い状態に維持される。

【0068】

次に、図7の制御フローチャートを参照して、本実施形態におけるシステムコントローラによる制御を説明する。

【0069】

まず、ステップS50でシステムコントローラ34は、燃料電池スタック3の状態が所定の状態となったか否かを判定する。ここでは、燃料電池スタックの出力電圧を検出する電圧検出器33の検出電圧値が所定電圧値以下になったか否かを判定する。検出電圧値が所定電圧値を超えていれば、ステップS50へ戻る。

【0070】

検出電圧値が所定電圧値以下になった場合には、パージが必要としてステップS52へ進み、システムコントローラ34が排出信号を発信する。この排出信号に基づいて、アノードオフガス循環装置6から所定流量のアノードオフガスが触媒燃焼器7に排出されると同時に、水素供給装置1から供給する水素の流量が水素供給圧力を一定に保ちつつアノードオフガス流量と略同量だけ増量される。

【0071】

次いで、ステップS54で、圧力検出器26および温度検出器27で検出されるアノードオフガスの圧力および温度に基づいて、排出されるアノードオフガスの流量を推定する。

【0072】

ステップS56で、アノードオフガス推定流量値に基づいて、触媒燃焼器へ供給するアノードオフガス流量が順次増加するアノードオフガス供給パターンを選択する。アノードオフガス供給パターンは、例えば、アノードオフガス流量の区分毎に最短時間で触媒活性化できるアノードオフガス供給パターンを実験的に求め、これらのパターンをシステムコントローラ34に予め記憶させたものである。

【0073】

また、これらのアノードオフガス供給パターンは、触媒燃焼器7に供給される混合ガス中の水素濃度を触媒燃焼器7の活性温度以上の燃焼温度となる濃度以上、且つ水素の可燃希薄限界未満の濃度（4%未満：ここでは例えば3%）とする

パターンである。

【0074】

ステップS58で、アノードオフガス供給パターンに基づいてシステムコントローラ34からアノードオフガス排出弁35の開度を制御してアノードオフガスを排出を開始するとともに、開始からの経過時間を計測する。

【0075】

ここで、アノードオフガス排出開始から触媒燃焼器7が十分活性化したと判断されるまでの着火期間（図6のt1からt2まで）においては、触媒燃焼器7の温度が比較的低いために転換効率が十分でなく、アノードオフガス中の一部の水素が未燃のまま排気される可能性があるが、その際未燃水素は可燃限界未満の濃度であるため、システム内外において着火することがなく、よってシステムの安全性を低下させることはない。

【0076】

次いで、ステップS62で、アノードオフガス供給パターンに従ってアノードオフガス排出開始からの経過時間に応じたアノードオフガス流量を算出し、ステップS64で、算出流量になるようにアノードオフガス排出弁35の開度を調整することにより流量を調整する。S66で経過時間が所定時間（図6のt2）を超えたか否かを判定し、超えていなければ、供給パターンに従ったアノードオフガス排出を続けるべく、ステップS62へ戻る。

【0077】

S66の判定で、経過時間が所定時間を超えていれば、ステップS68へ進み、温度検出器32で検出された触媒燃焼器7の温度が活性温度以上か否かを判断する。触媒燃焼器の温度が活性温度未満であれば、S66で待機する。

【0078】

触媒燃焼器7の温度が活性温度以上と判断された時点では、触媒燃焼器7の活性は十分得られており未燃水素を排出する可能性は極めて小さいため、ステップS70へ進み、所定のアノードオフガス流量でアノードオフガスの排出を継続して行う。

【0079】

次いでステップS72で、燃料電池スタックの出力電圧を検出する電圧検出器33の検出電圧値が所定電圧値以上になるまで待機する。検出電圧値が所定電圧値以上になると、ステップS74へ進み、アノードオフガス排出弁35、カソードオフガス排出弁36を共に閉じて、アノードオフガス排出およびカソードオフガス排出を停止して、所定の運転条件に戻る。

【0080】

以上説明した第3実施形態によれば、着火期間において過渡増加的に燃料ガスを供給するように制御するものであり、触媒燃焼器の暖機の進行に伴い燃料ガスの燃焼も活発となり、可燃限界近辺の燃料ガス濃度であっても排気ガス中の燃料ガス濃度を可燃限界以下にすることができ、その場合には燃料ガスの発熱量が多くなることにより、着火時間を短縮することができる。

【0081】

なお、これとは逆に着火期間において予め取得する濃度増加パターンに基づき、空気増加量を初期値から過渡的に減少させ且つアノードオフガスは所定流量一定として着火期間における混合ガス中の水素平均濃度を所定範囲内にするようにしても良い。この場合、発熱量を多くできるので触媒燃焼器7の活性化を比較的早急に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

第1実施形態の燃料電池システムの構成図である。

【図2】

第1実施形態における制御内容を説明するタイムチャートである。

【図3】

第1実施形態の制御フローチャートである。

【図4】

第2実施形態における制御内容を説明するタイムチャートである。

【図5】

第2実施形態の制御フローチャートである。

【図6】

第3実施形態における制御内容を説明するタイムチャートである。

【図7】

第3実施形態の制御フローチャートである。

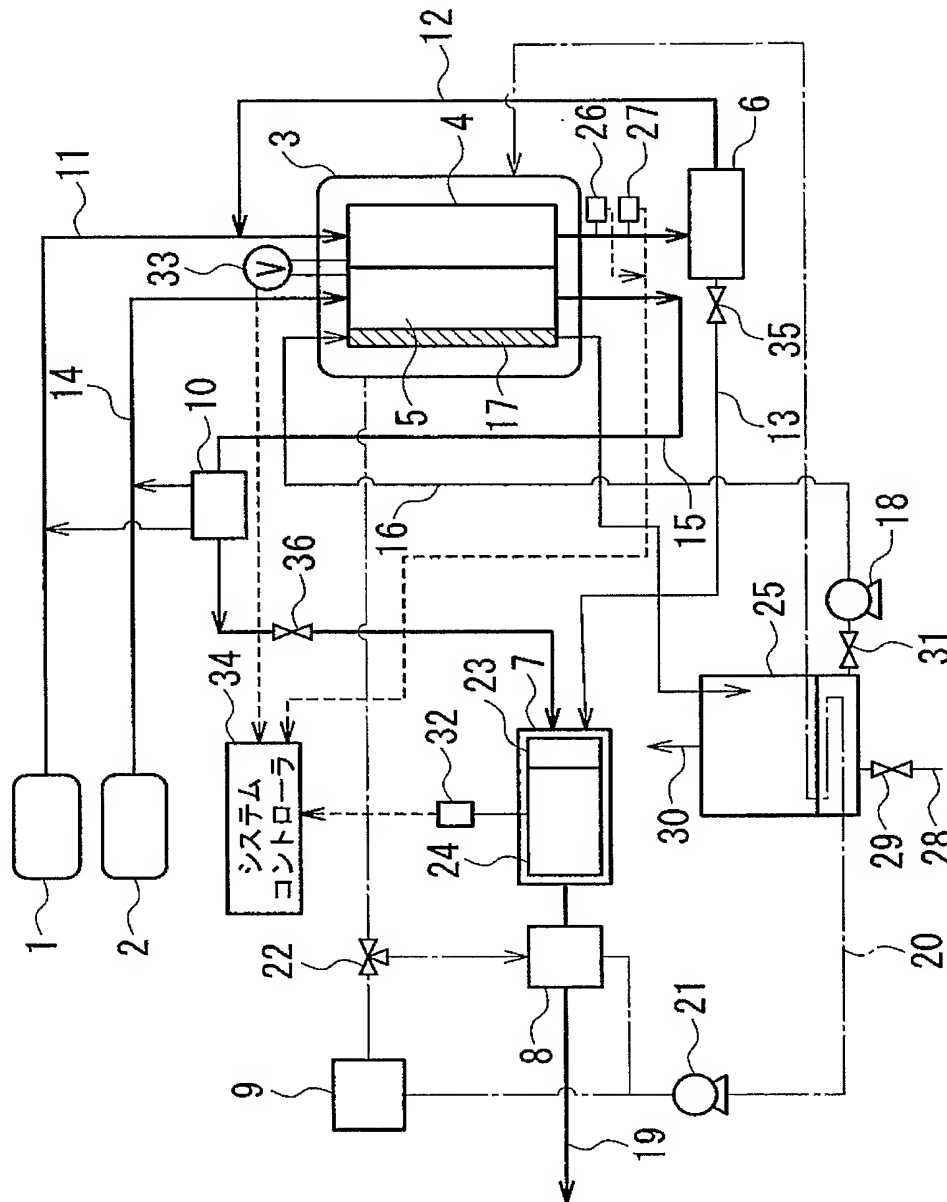
【符号の説明】

- 1…水素供給装置
- 2…空気供給装置
- 3…燃料電池スタック
- 4…アノード
- 5…カソード
- 6…アノードオフガス循環装置
- 7…触媒燃焼器
- 8…冷媒用熱交換器
- 9…冷媒冷却装置
- 10…加湿装置
- 11…アノードガス供給配管
- 12…アノードオフガス循環配管
- 13…アノードオフガス供給配管
- 14…カソードガス供給配管
- 15…カソードオフガス供給配管
- 16…水供給配管
- 17…水チャンネル
- 18…水ポンプ
- 19…排気配管
- 20…冷媒通路
- 21…冷媒ポンプ
- 22…冷媒通路調整弁
- 23…ミキサ
- 24…燃焼室
- 25…ドレインタンク

- 2 6 …圧力検出器
- 2 7 …温度検出器
- 2 8 …ドレイン配管
- 2 9 …ドレイン弁
- 3 0 …通気配管
- 3 1 …水遮断弁
- 3 2 …温度検出器
- 3 3 …電圧検出器
- 3 4 …システムコントローラ（制御手段）
- 3 5 …アノードオフガス排出弁
- 3 6 …カソードオフガス排出弁

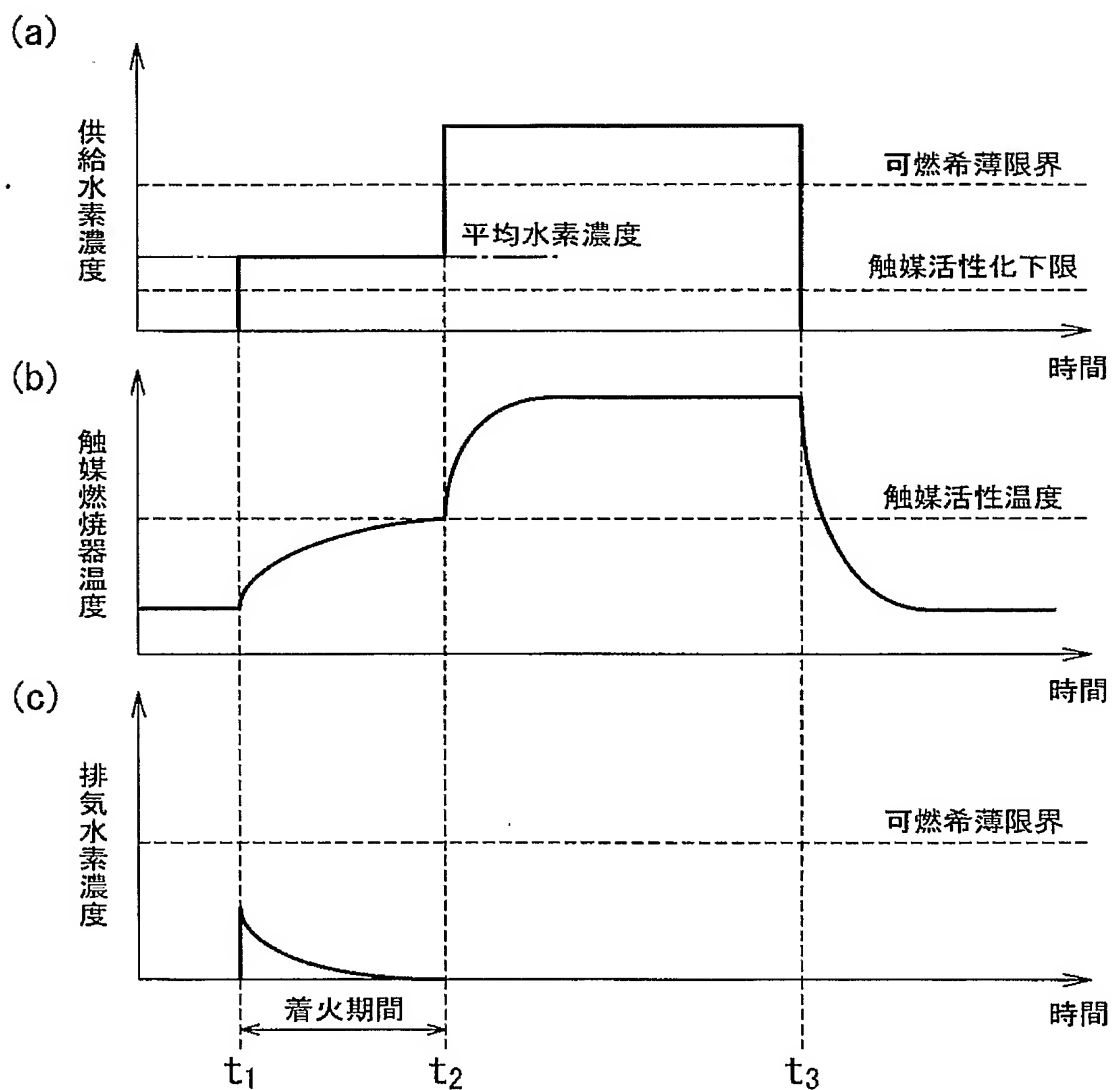
【書類名】 図面

【図 1】

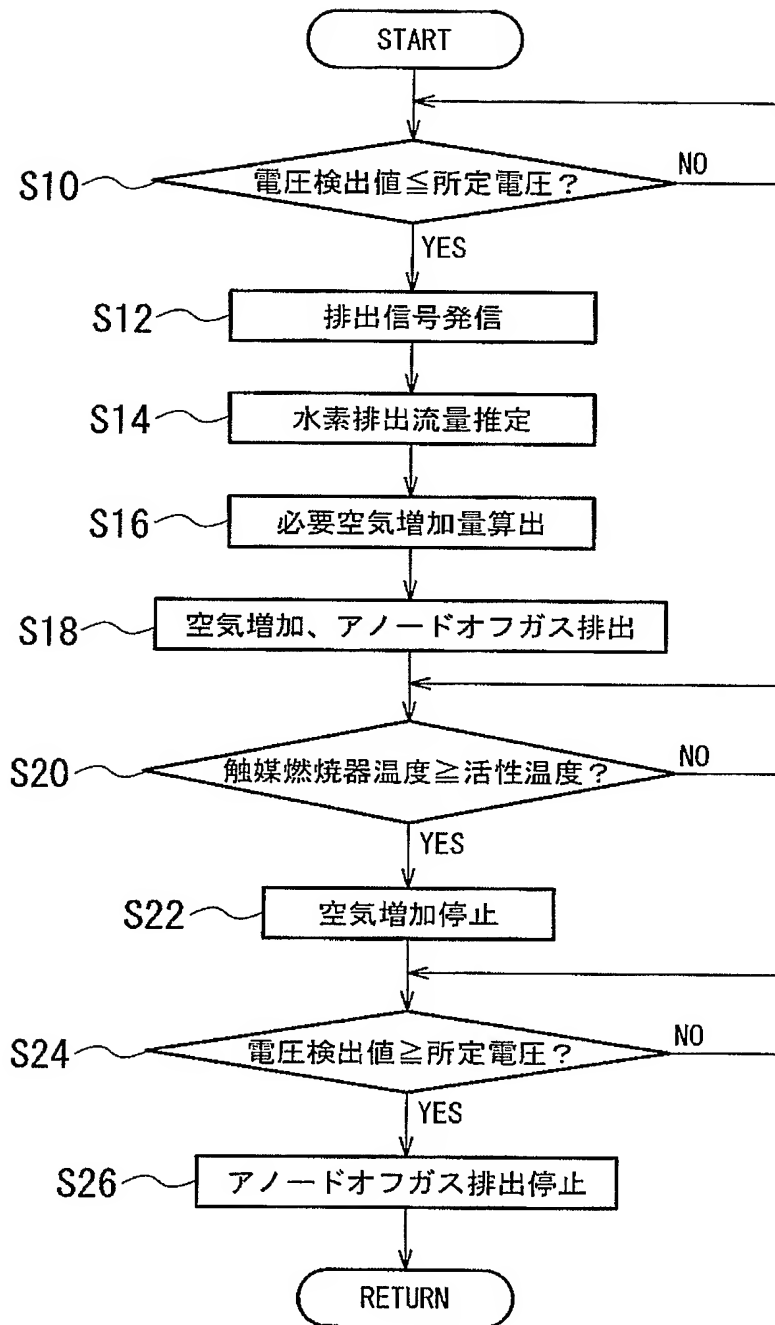


- 1: 水素供給装置
2: 空気供給装置
3: 燃料電池スタック
4: アノード
5: カソード
7: 触媒燃焼器
26: 圧力検出器
27: 温度検出器
32: 温度検出器
33: 電圧検出器
34: システムコントロ

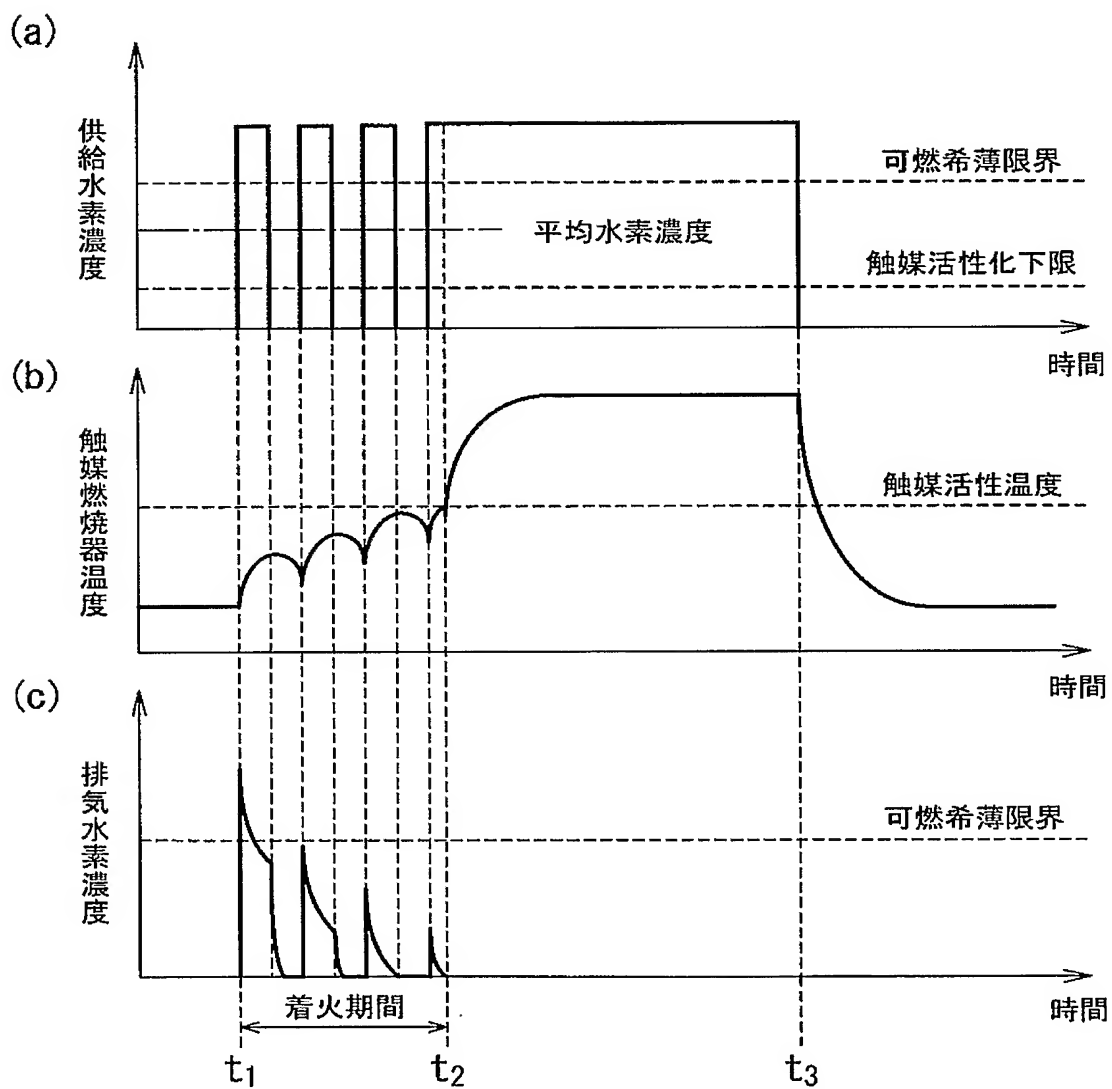
【図 2】



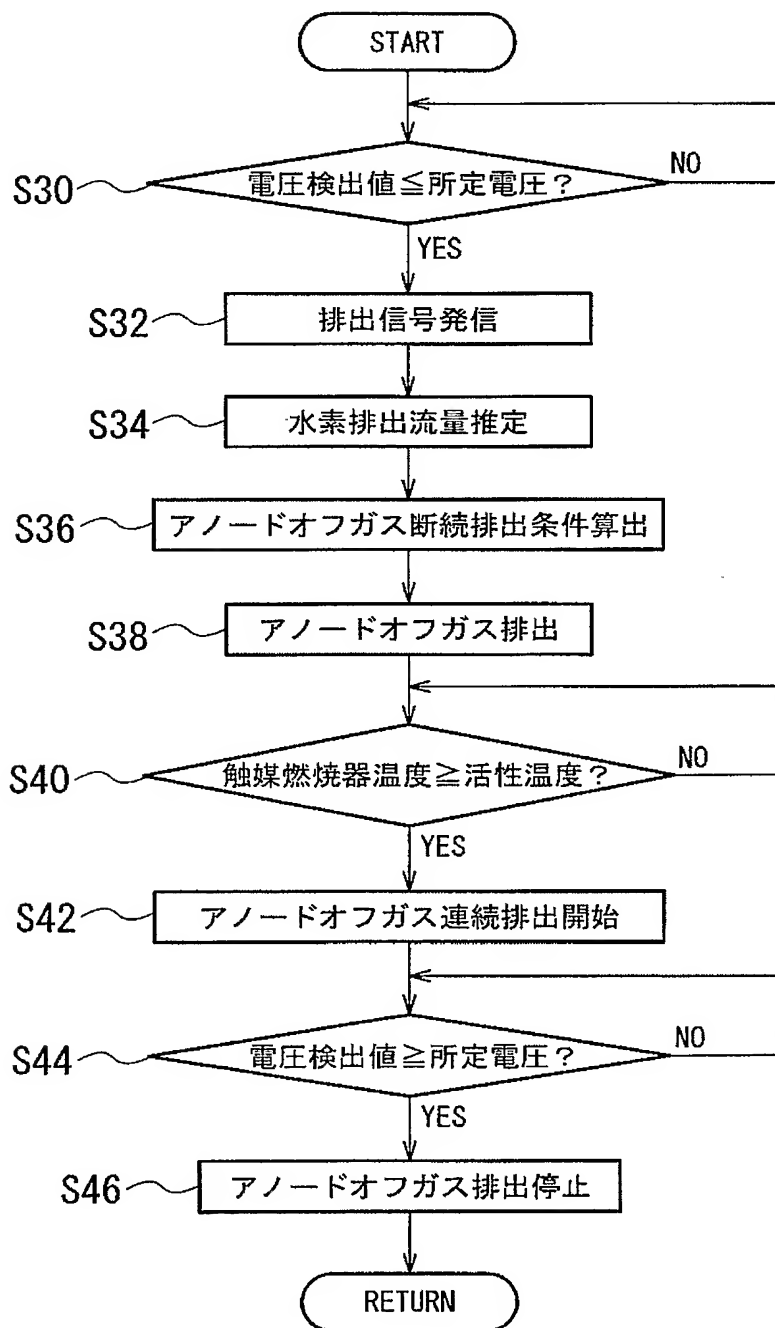
【図 3】



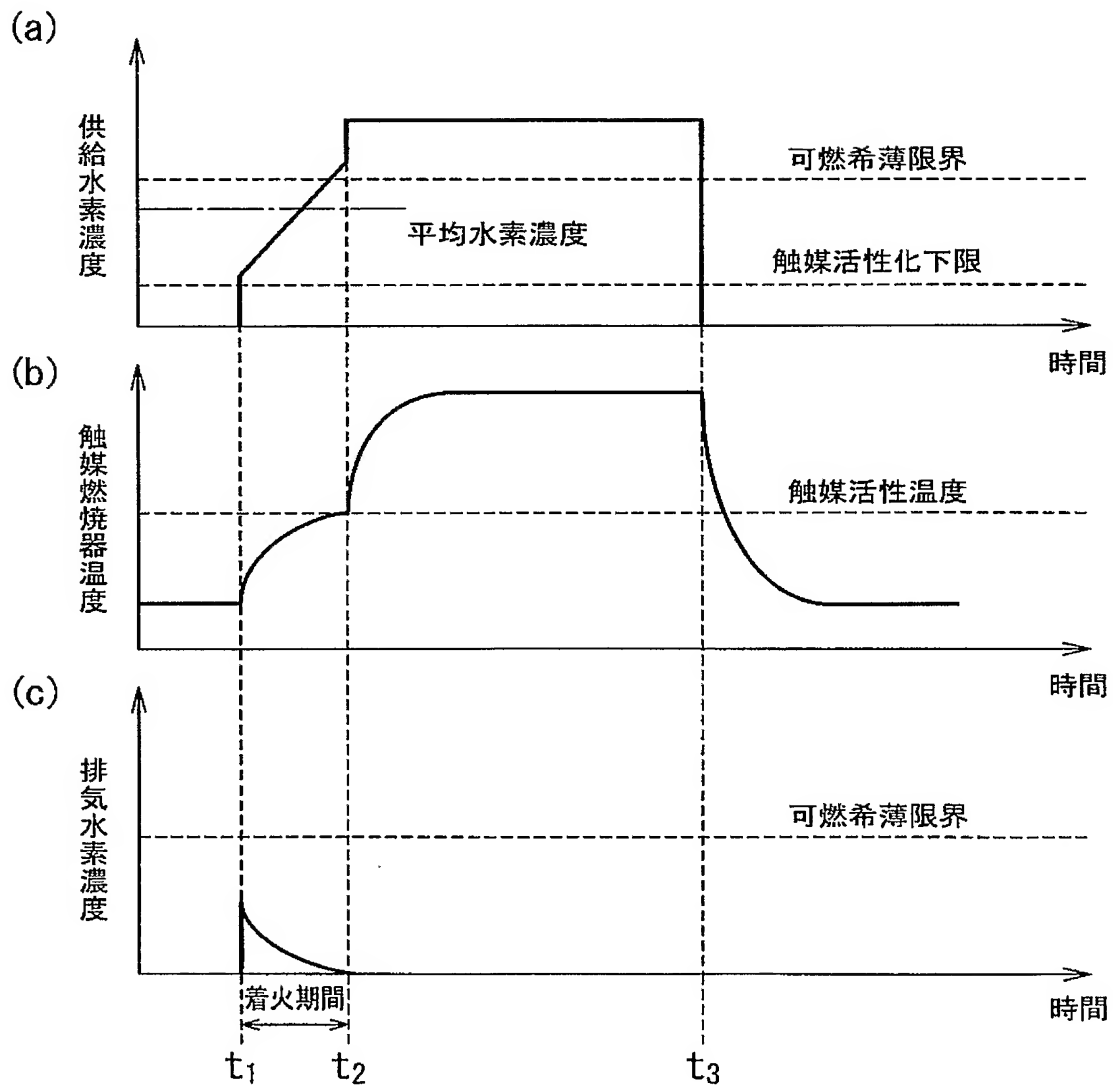
【図 4】



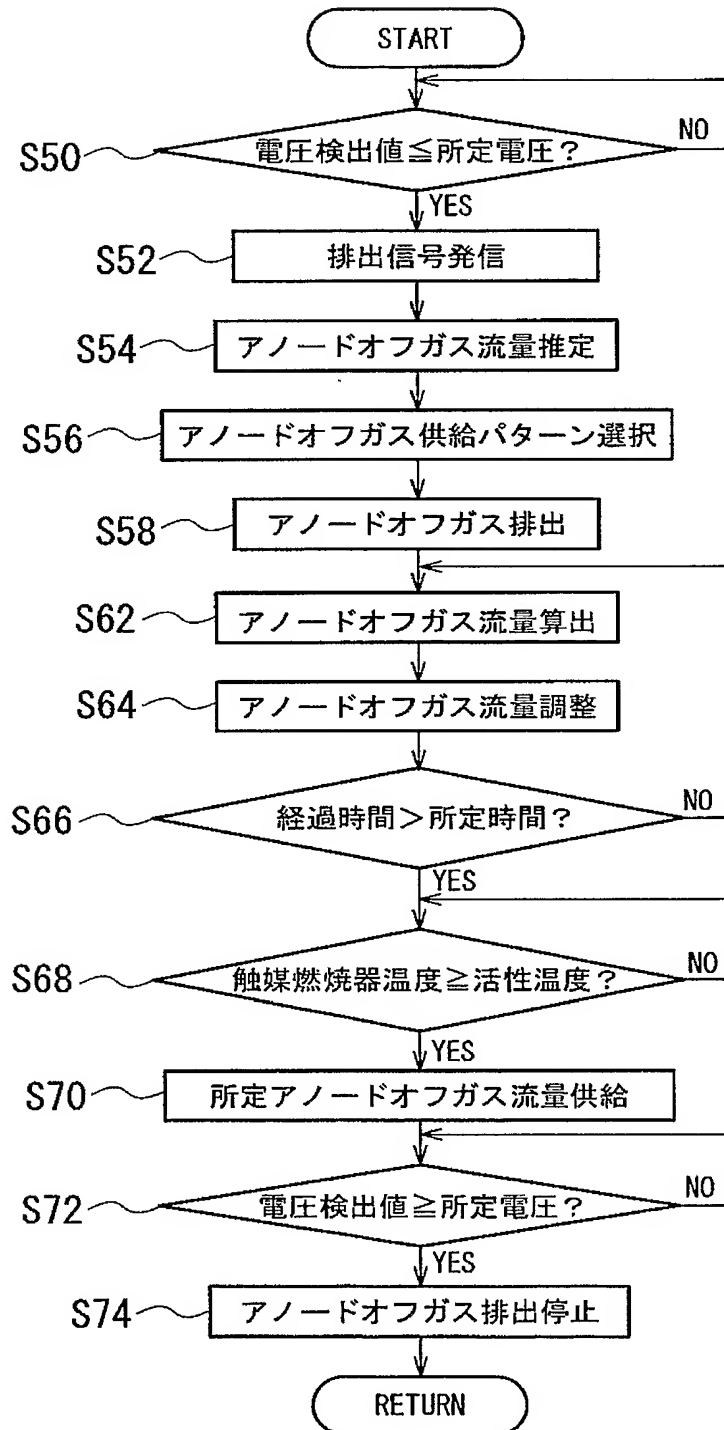
【図 5】



【図 6】



【図 7】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 水素又はアノードオフガスを燃焼させる際に、触媒燃焼器が活性化していなくても排出される可燃性ガスの濃度を可燃希薄限界以下に抑制する。

【解決手段】 触媒燃焼器 7 は、燃料ガスまたはアノードオフガスと、酸化剤ガスまたはカソードオフガスとの混合ガスを燃焼させる。混合ガスの供給開始から触媒燃焼器 7 が十分活性化したと判断されるまでの着火期間の間は、混合ガス中の燃料ガス濃度が所定範囲（触媒活性化下限以上、可燃希薄限界以下）となるように制御し、且つ着火期間が経過した後には、燃料ガス濃度が所定範囲外であっても混合ガスを供給するように制御するシステムコントローラ 35 を備える。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 3 - 0 4 1 1 4 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 3 9 9 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 1 日

[変更理由]

新規登録

住 所

神奈川県横浜市神奈川区宝町 2 番地

氏 名

日産自動車株式会社